

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
15. März 2001 (15.03.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/17911 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C02F 1/465

JÜSSEN, Marc [DE/DE]; Lindenplatz 19, 52064 Aachen  
(DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/02775

(74) Anwalt: WAGNER, Mario; Dennewartstrasse 27, 52068  
Aachen (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
2. September 1999 (02.09.1999)

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AL, AM, AT, AU,  
AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE,  
DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID,  
IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,  
LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT,  
RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA,  
UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH,  
GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), eurasisches  
Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), eu-  
ropäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR,

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): AGRATEC GMBH [DE/DE]; Am Markt 20, 52152  
Simmerath (DE).

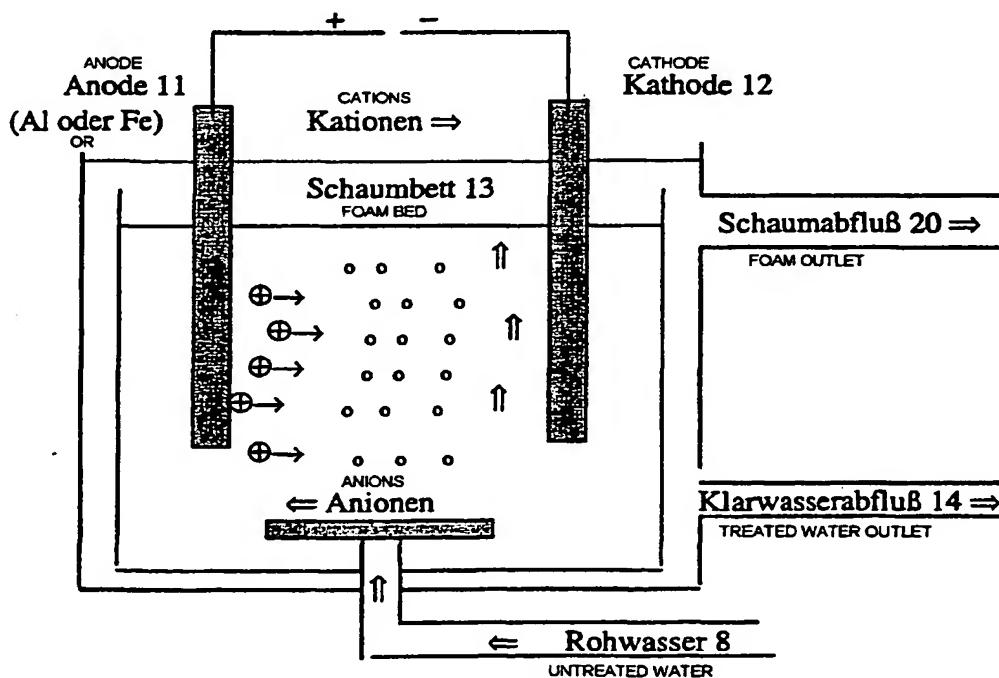
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): JÜSSEN, Armin  
[DE/DE]; Am Markt 20, 52152 Simmerath (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR THE TREATMENT OF SEWAGE SLUDGE, LIQUID MANURE OR THE LIKE BY ELECTROFLOATATION

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR AUFBEREITUNG VON KLÄRSCHLAMM, GÜLLE, JAUCHE OD. DGL. DURCH ANWENDUNG EINER ELEKTROFLOTATION



(57) Abstract: Disclosed is a method for the treatment of sewage sludge, liquid manure or the like. The essential step of the inventive method substantially is electroflootation.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**WO 01/17911 A1**



GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

**Veröffentlicht:**

— *Mit internationalem Recherchenbericht.*

**VERFAHREN ZUR AUBEREITUNG KLÄRSCHLAMM, GÜLLE, JAUCHE OD.  
DGL. DURCH ANWENDUNG EINER ELEKTROFLOTATION**

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufbereitung und Entgiftung von Klärschlamm, Gülle, Jauche od. dgl.

Klärschlämme aus der Reinigung der den Kläranlagen zugeleiteten Abwässer von Kommunen und Industrie, Gülle, Jauche, Stallmist, Silage-Sickerwässer etc. fallen in bekannt hohem Maße an. Hinzu kommen in zunehmendem Maße andere organische Abfälle.

Alle diese organischen Abfälle können unter bestimmtem abfallrechtlichen und düngemittelrechtlichen Bedingungen einer landwirtschaftlichen Verwertung zugeführt werden. Durch die Klärschlammverordnung (AbfKlärV), die Düngeverordnungen der Länder und die fachliche Unterstützung der Landwirtschaftskammer wird ein hohes Maß an Sicherheit bei der Verwertung und die stoffliche Unbedenklichkeit garantiert. Neben Schadstoffhöchstwerten für die Materialien (Klärschlamm, Gülle, etc.) und Werten für die Böden in Bezug auf Schwermetalle und andere Schadstoffe (Dioxin, AOK, polychlorierte Biphenyle PCB) sowie in Bezug auf den pH-Wert des Bodens sehen die Bestimmungen z. B. Beschränkungen der Aufbringungsmenge pro ha, zeitliche Anwendungsbeschränkungen sowie Gebote und Verbote in Bezug auf die Dünung bestimmter Anbauflächen vor. Bei Einhaltung der festgelegten Bestimmungen sind keine schädlichen Beeinflussungen von Boden, Naturhaushalt und Nutzpflanzen zu besorgen.

Bei Einhaltung der Schadstoffhöchstwerte gemäß AbfKlärV und bei Überschreitung der Mindestgehalte für Stickstoff (N), Phosphat (P) und Kalium (K) gemäß Düngemittelverordnung wird Klärschlamm darüber hinaus als Sekundärrohstoffdünger eingestuft und darf je nach Nährstoffzusammensetzung als organischer N-P- oder N-P-K-Dünger in den Verkehr gebracht werden. Der Sekundärrohstoffdünger aus Klärschlamm ist nach den Vorgaben der Düngemittelverordnung ähnlich zu kennzeichnen wie ein Mineraldünger.

Verfahren zur Behandlung von Klärschlamm sind bekannt.

Der überwiegende Teil des Klärschlamm wird durch Faulung stabilisiert. Das entstehende Faulgas wird soweit möglich für Betriebszwecke, insbesondere das Aufwärmen des Roh-

schlamms für den Faulprozeß, aber auch für die Heizung der Betriebsgebäude und gelegentlich zur Erzeugung elektrischer Energie bzw. von Druckluft für die Belebungsbecken genutzt. Damit ist der unter den derzeitigen Randbedingungen wirtschaftlich nutzbare Energiegehalt der Klärschlämme verwertet. Die Feststoffabnahme durch Stabilisierung beträgt z. B. 40 %.

5 Der landwirtschaftlichen Verwertung des Klärschlamms sind allerdings durch den Mangel an nahegelegenen, geeigneten landwirtschaftlichen Flächen, besonders in Ballungsräumen Grenzen gesetzt. Hinzu kommt, daß sich ein Teil der Klärschlämme wegen ihres Gehalts an Schadstoffen aus gewerblichen Abwässern nicht für die Verwertung in der Landwirtschaft eignet. Diese Schlämme können dann auch nicht bei Rekultivierungsmaßnahmen verwendet werden,

10 10 da hier in etwa die gleichen Qualitätsmaßstäbe angelegt werden. Eine Entsorgung muß dann über z.B. Sondermülldeponien mit bekannt hohen Kosten erfolgen.

Ähnliches gilt für die Behandlung von Gülle, Jauche etc. Diese in großen Mengen anfallenden Stoffe müssen, soweit überhaupt zulässig, gesammelt und aufwendig auf die Felder ausgebracht werden.

15 15 Zur dauerhaften Lösung der genannten Probleme müssen daher Verfahren entwickelt werden, mit denen die wachsende Menge verwertet werden bzw. verwertbar gemacht werden kann.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein sicheres, schnelles und preiswertes Verfahren zur Aufbereitung, insbesondere Reinigung, Entgiftung und Volumenreduktion von Klärschlamm, Gülle, Jauche, od. dgl. zu schaffen.

20 20 Diese Aufgabe wird in überraschend einfacher und effektiver Weise mit einem Verfahren gelöst, dessen Kernpunkt die Anwendung eines Elektroflotationsprozesses auf den Klärschlamm, die Gülle, die Jauche od. dgl. ist.

Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Elektroflotation stellt ein Alternativverfahren zu konventionellen Fällungs- und Behandlungsverfahren in der Abwasseraufbereitung dar und wird mit Strom betrieben. Es basiert auf einer Kombination aus elektrolytischen, chemischen, und physikalischen Vorgängen, bei dem Flachmaterial aus Eisen oder Aluminium als Anode / Kathode eingesetzt wird. Durch die bei der Elektroflotation auftretenden Oxidationsvorgänge in der Reaktionszelle werden Schwermetalle und andere für den CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf = Kenngröße für den Verschmutzungsgrad von Gewässern) und BSB (Biologischer Sauerstoffbedarf = eine die Qualität

25 30

WO 01/17911

eines Gewässers kennzeichnende Größe) relevanten Stoffe oxidiert und die Keimzahlen an Bakterien wie Staphylokokken sowie an Viren od. dgl. reduziert. Der Klärschlamm, die Gülle, die Jauche od. dgl. wird auf kostengünstige, einfache Weise entgiftet und ist danach landwirtschaftlich verwertbar. Das Verfahren sorgt für eine kostengünstige Reduzierung der Menge an

5 Klärschlamm, Gülle, Jauche od. dgl.. Eine Entsorgung über Sondermülldeponien ist nicht mehr notwendig.

Das Verfahren arbeitet ohne Zugabe von Flockungs- und Flockungshilfsmitteln, somit wird die Schlammfracht nicht erhöht, was zu einer Kostenreduzierung der Entsorgung führt.

Als Verbrauchsmaterialien werden ausschließlich Stahl- bzw. Aluminiumplatten benötigt, deren Verbrauch sich ebenso wie der Energieverbrauch nach der Belastung des aufzubereitenden Klärschlammes, der Gülle, Jauche od. dgl. und der Anschlußpolarität des Metalls richtet. Im Mittel kann davon ausgegangen werden, daß pro m<sup>3</sup> Abwasser ca. 10-20 g Aluminium und 7-15 g Eisen verbraucht werden. Der Energiebedarf liegt im Rahmen von 5-50 kWh pro m<sup>3</sup> Klärschlamm, Gülle, Jauche od. dgl.

15 Innovative Vorteile des Verfahrens sind:

- keine Kosten durch Flockungs-, Flockungshilfsmittel oder andere Chemikalien, die verbraucht werden, verderben können oder speziellen Lagerraum benötigen;
- geringe Personalkosten, da eine Bedienung wegen geringer Unfallgefahr durch angelehrtes Hilfspersonal möglich ist;
- 20 - geringer Betriebsflächenbedarf (z. B. für eine Anlage mit einem Durchsatz von 200 l/h, ohne Filtereinheit ca. 1,5 m · 1,5 m);
- flexibler Kapazitätsbereich, nachträgliche Kapazitätserhöhung jederzeit möglich;
- minimale Stillstandszeiten bei Wartungsarbeiten;
- Umwandlung / Abbau der Schadstoffe in nicht reaktive Formen;
- 25 - erhebliche Einsparung von Entsorgungskosten;
- geringer Stromverbrauch;
- Automatisierung

Das Verfahren wird nachstehend anhand des Anwendungsfalles Klärschlamm und anhand einer bevorzugten Ausführungsform unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungsfiguren näher erläutert, die folgendes zeigen:

5 Figur 1 zeigt ein Prinzipfließbild einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens; und

Figur 2 zeigt schematisch die Vorgänge in dem Elektroflotations-Reaktor.

Vorbehandlung:

Der anfallende Klärschlamm 1 wird in einem Vorlagebehälter 2 gesammelt. Hierdurch werden starke Schwankungen der Zusammensetzung vermieden.

10 In diesem Behälter 2 erfolgt eine Leitfähigkeitsmessung 3, um eine optimale Reaktion und Energieausnutzung zu erreichen. Der Salzgehalt hat entscheidende Auswirkung auf die Leitfähigkeit von Wasser. Dabei dienen die Ionen der Salze als Ladungsträger. Bei zu niedriger Leitfähigkeit der Lösung kann diese mit Kochsalz (NaCl) aufgesalzen werden, z. B. indem das Salz mit Reinwasser gemischt und durch eine Dosier-Förderpumpe dem Vorlagebehälter oder 15 der Zuleitung zugeführt wird. Da Klärschlamm jedoch eine hohe Leitfähigkeit besitzt ist eine Aufsalzung i. d. R. nicht notwendig.

Um eine einwandfreie Aufbereitung, Reduzierung der vorhandenen Belastungsstoffe sowie die Einleitfähigkeit des Abwassers zu erhalten, muß weiter eine pH-Wert-Messung 4 und gegebenenfalls eine pH-Wert-Korrektur durchgeführt werden. Hierzu werden mittels einer Dosierpumpe 20 einheit 5 in Abhängigkeit von dem im Vorlagebehälter 2 gemessenen Wert eine geeignete Säure 6 bzw. Lauge 7 eingeführt. Eine bereits bestehende Neutralisationseinrichtung kann in das System eingebunden werden. Durch eine SPS (speicherprogrammierbare Steuerung) wird der Prozeßablauf so eingestellt, daß bei erreichten pH-Werten das Abwasser dem Reaktor zur Aufbereitung zugeführt wird.

25 Aufbereitung:

Das im Vorlagebehälter 2 vorbehandelte Rohwasser 8 wird durch eine mengenregelbare Pumpe 9 in den Elektroflotations-Reaktor 10 geleitet. Die Pumpe 9 ist so geschaltet, daß sie in Abhängigkeit von der Reaktorfunktion, dem Füllstand im Vorlagebehälter 2 und dem festgestellten pH-Wert 4 fördert. Für alle Reaktor- und Vorlagebehälterfunktionen sind Alarmmeldungen

vorhanden, die die Anlage bei Bedarf sofort abstellen. Alle variablen Schaltbefehle werden durch die freie speicherprogrammierbare Steuerung realisiert.

Reaktorfunktion:

Im Reaktor 10 werden Eisen- und Aluminiumanoden 11 eingesetzt, die bei Stromzufuhr durch 5 Oxidbildung die Belastungsstoffe ausflocken. Das Elektrodenmaterial der zwei Metallplatten ist jedoch nur für die Anodenseite (+ Pol) 11 von Bedeutung. Die Kathodenseite (- Pol) 12 kann aus einem beliebigen leitenden Material gefertigt sein, z.B. aus Edelstahl. Zur Elektrolyse wird ein Gleichstrom angelegt, dessen Stromstärke abhängig von der elektrischen Leitfähigkeit der Lösung, dem Abstand der Elektroden 11 und der Belastung der Lösung mit Schadstoffen 10 ist. Da der Elektrodenabstand gleich bleibt und auf die anderen Größen kein Einfluß genommen werden kann, wird die Spannung verändert, um eine gleichbleibende Reinigungswirkung zu erreichen.

Elektrokristallisation / Metallaufösung:

Findet bei einem elektrochemischen Vorgang der Auf- oder Abbau einer metallischen Oberfläche statt, so spricht man von einer Elektrokristallisation. Im Fall der Elektroflotation wird bewußt mit einer Metallaufösung gearbeitet. Die Aluminium- bzw. Eisenanoden dienen dabei als Opferanoden, daß heißt sie sind Verbrauchsmaterialien, die durch die Elektrolyse abgebaut werden. Der Verbrauch liegt bei ca. 10 -20 g Al bzw. bei 7 - 15 g Fe pro m<sup>3</sup> Abwasser. Aluminium und Eisen gelangen als Kationen in die Lösung.

20 Wasserspaltung und Oxidation:

Durch die elektrolytische Wirkung zwischen Anode und Kathode im Reaktor entstehen durch Dissoziation des Wassers Feinst-Gasbläschen:



Der freiwerdende Sauerstoff ist sehr aggressiv und oxidiert die im Abwasser befindlichen Belastungsstoffe, hier vor allem die Schwermetalle, äußerst intensiv. Der freiwerdende Wasserstoff wirkt reduzierend. Beispielhafte Reaktionen sind:



Chrom	$2 \text{Cr}^{3+} + 1\frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3$
Kupfer	$\text{Cu}^{2+} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{CuO}$
Nickel	$\text{Ni}^{2+} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{NiO}$
Quecksilber	$\text{Hg}^{2+} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{HgO}$
5 Zink	$\text{Zn}^{2+} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{ZnO}$

Neben diesen einfachen Redoxreaktionen bilden sich Komplexverbindungen der unterschiedlichen Metalle.

Außerdem wird das Material der in die Lösung eintauchenden Anode oxidiert.

Bei Verwendung von Aluminiumanoden reagiert das Aluminium zu dem sehr oberflächenreichen Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), welches großvolumige Flocken mit gutem Adsorptionsvermögen bildet und die Schwermetalle bindet.

Bei Verwendung von Eisenanoden protolysiert das Eisen in der wäßrigen Lösung über mehrere Zwischenschritte zu wasserhaltigen Eisenhydroxid [ $\text{Fe(OH)}$ ] und zu Eisen (III)-oxid ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Diese komplexen Kationen kondensieren schließlich zu viel größeren Komplexionen, die etwa 15 die Zusammensetzung  $\text{FeO}(\text{OH})_n$  und  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$  haben. Die Komplexionen können Schmutzstoffe adsorptiv aufnehmen und sie dadurch in absetzbare Flocken umwandeln. Bei der Entladung der Eisen-Ionen durch Hydrolyse verlieren die positiven Metallhydroxidteilchen ihre Wasserlöslichkeit. Die positiven Eisenhydroxide und Eisenoxide lagern sich durch Adsorption an Partikel und Kolloide an, wodurch deren negative Ladung verringert, aufgehoben 20 oder sogar in positive Richtung umgepolt wird.

#### Strom und Erwärmung der Oxidationszelle:

Der Strom hat eine besondere Auswirkung auf den chemischen Oxidationsprozeß zwischen den Elektroden. Der Ladungsaustausch zwischen den Elektroden erfolgt durch die in der Lösung vorhandenen Elektrolyten. Dabei tauschen die Ionen an der Grenzfläche der Elektroden 25 Elektronen aus, was den Stromtransport von Kathode zu Anode bewirkt.

Aus den elektrischen Gleichungen ist ferner bekannt, daß der Widerstand eines Leiters zu seiner eigenen Aufheizung führt. Auch die chemischen Reaktionen können bei einem exothermen

Verlauf zur Aufheizung des Klärschlammes führen. Je höher der Widerstand, desto höher ist bei gleicher Stromstärke die Wärmeentwicklung. Je höher die Leitfähigkeit, also je geringer der Widerstand, desto stärker wandern die Elektronen und desto heftiger laufen die chemischen Umsetzungen ab. Dies bedeutet: Die besten Ergebnisse werden bei hoher Leitfähigkeit und hohen Strömen, jedoch geringer Spannung erzielt. Bei steigender Stromstärke steigen die Leitfähigkeit und die Temperatur. Dies kann soweit gehen, daß das Wasser anfängt zu kochen und verdampft, bevor es aus der Oxidationszelle austritt. Daher sollte ein Temperaturwächter in die Anlage integriert sein, der ein Überschreiten von 60°C verhindert.

### Elektroflotation

10 Die gebildeten Flocken wirken im Elektroflotations-System bei der Fällung in gleicher Weise wie beim chemischen Fällungsverfahren. Der entstehende Wasserstoff bildet sehr feinperlige Gasbläschen, die ein Absinken der oxidierten, gebundenen Metalle verhindern und die Flocken an die Wasseroberfläche treiben.

Der Reaktor besteht aus einem Rechteckrohr in einem Behälter. Oberhalb des Rohres entsteht 15 ein reifendes Schaumbett 13, darunter befindet sich Klarwasser. Da beispielsweise das Zink-oxid eine sehr kleine Flocke bildet, darf der Reifevorgang nicht zu lange dauern, da sonst ein Absinken der Flocke möglich ist. Der schwermetalloxidhaltige Schaum fließt über einen Schaumabfluß 20 kontinuierlich in ein nachgeschaltetes Flockbecken bzw. wird beim Char-20 genverfahren abgepumpt. Das Klarwasser 14 ist frei von Belastungsstoffen und kann nach ei-ner Qualitätskontrolle 18 ohne jegliche weitere Behandlung oder Aufbereitung dem öffentli-chen Kanalnetz oder weiteren Prozessen 19 als Brauchwasser zugeführt werden. Sollte die Qualität, z. B. wegen sehr stark belasteten Klärschlamm nicht ausreichend sein, kann das Wasser 14 auch wieder in den Vorlagebehälter 2 rezirkuliert werden. Das Reaktorbecken ist mit einem Schrägboden zum Absatz von Grobschmutzteilen ausgestattet. Die Pumpenansaug-25 Leitung ist zudem mit einem Siebeinsatz gesichert. Von dem Flockbecken (Pufferbehälter) 15 aus wird das behandelte Abwasser in die Filtrationsstufe 16 gepumpt.

An dieser Stelle wird angemerkt, daß neben dem geringen Stromverbrauch ein weiterer Vorteil 30 die Schnelligkeit des Verfahrens ist. So sind die Flotationszeiten mit 1,5 bis 20 Minuten deutlich geringer als die Sedimentationszeiten von 30 bis 60 Minuten bei Flockung mit anderen Flockungsmitteln wie zum Beispiel Eisenchlorid. Somit ist eine Elektroflotations-Anlage bei

gleicher Leistung wesentlich kompakter zu bauen als eine herkömmliche Abwasserbehandlungsanlage.

Neben den bereits angesprochenen Belastungsstoffen, werden durch die Elektroflotation auch andere Belastungsstoffe aus dem Klärschlamm entfernt. Beispielsweise ist eine Trennung von

5 Ölemulsionen auch bei Anwesenheit von Tensiden möglich. Da die Emulsion einem elektrischen Feld ausgesetzt wird, entsteht schnell eine endgültige Koagulation der Ölpartikel durch die Bildung größerer Tropfen. Gleichzeitig binden die ausgeflockten Metallionen auch noch eventuell vorhandene Feststoffe an sich und schwimmen ebenfalls auf. Dieser Vorgang wird durch die anhaftenden Gasbläschen zusätzlich unterstützt.

10 Auch eine deutliche Reduzierung der CSB- und BSB-Werte ist möglich. Insbesondere werden oxidierbare Mineralsalze (z.B. Sulfide, Metallsalze in niedrigen Oxidationsstufen) und die Mehrzahl der organischen Kohlenwasserstoffe erfaßt. Dabei kann die Wirksamkeit des Verfahrens, soweit erforderlich, durch Zugabe von Chemikalien erheblich beschleunigt werden. So ist die Dosierung von Wasserstoffperoxid ( $H_2O_2$ ) als Oxidationsmittel und Aktivkohle als Adsorptionsmittel bei sehr hohen CSB-Werten zu empfehlen.

15

#### Filtrationsstufe

Die Filtration des geflockten Abwassers erfolgt in der Regel in Kammerfilterpressen 16, bei kleineren Anlagen kann jedoch auch eine Filtertonne eingesetzt werden. Hier erfolgt eine Trennung Wasser / Filtrat. In der Regel weist der Filterkuchen einen Wasseranteil von 60 %

20 bis zu 40 % im Minimalfall auf. Er besitzt jedoch im Vergleich zu einem Filtrat nach einer konventionellen Abwasseraufbereitung ein wesentlich geringeres Gewichtsvolumen. Dieses ist bei herkömmlichen Verfahren um das 1,5- bis 2-fache höher und damit teurer. Damit nach Inbetriebnahme der Filterpresse z.B. nach einer Entleerung das getrübte Abwasser nicht in die Kanalisation gelangt, wird dieses mittels Tauchpumpe einer nochmaligen Filtration zugeführt,

25 bis schließlich keine Trübung mehr vorhanden ist.

Die im Klärschlamm ursprünglich enthaltenen Schwermetalle sind oxidiert bzw. abgebaut und bei landwirtschaftlicher Verwendung nicht mehr umweltrelevant. Eine Auswaschung in den Boden oder eine Weiterreaktion ist nicht mehr möglich. Demzufolge ist das entstandene Filtrat

17 leicht zu entsorgen oder kann verwertet werden.

Das Filtrat ist zudem hausmülldeponiefähig und demzufolge kostengünstig zu entsorgen. Als Beispiel sei erwähnt, daß die Entsorgung auf einer Sondermülldeponie z. B. 400-800 DM/m<sup>3</sup> kostet, während die Entsorgung auf einer Hausmülldeponie mit einem Preis von z. B. 84 DM/m<sup>3</sup> entscheidend günstiger ist. Das Verfahren trägt damit durch Verminderung der Schädlichkeit des Klärschlamm dem abfallrechtlichen Vermeidungsgebot (vgl. § 4 Abs. 1, Nr1 KrW-/AbfG) Rechnung.

Der Klärschlamm wird also in eine klare Lösung und Flocken getrennt, die sich mittels Filterpresse trocknen lassen. Somit ist das Gewicht des Klärschlamm auf einen Bruchteil reduziert. Die Schwermetallbelastung des Abwassers wurde durch Ausflockung und Flotation erheblich gesenkt. Die übriggebliebene Lösung ist frei von Schwermetallen und weist deutlich gesenkte CSB-, BSB-, Ammoniumnitrat- und Gesamtphosphat-Werte auf. Der nachstehenden Tabelle können typische Werte hierfür entnommen werden:

	Klärschlamm	Feststoff	Klare Lösung	Grenzwerte gemäß §4 Abs. 11 & 12 AbfKlärV
CSB	25.500 mg/l	204 mg/g	468 mg/l	
BSB <sub>5</sub>	4.020 mg/l	---	89 mg/l	
Ammonium- N	360 mg/l	210 mg/kg	87 mg/l	
Gesamt- P	18,2 mg/g m <sub>T</sub>	18,7 mg/g m <sub>T</sub>	0,21 mg/l	
Blei Pb	87 mg/kg m <sub>T</sub>	90 mg/kg m <sub>T</sub>	< 0,05 mg/l	900 mg/kg m <sub>T</sub>
Cadmium Cd	2,7 mg/kg m <sub>T</sub>	2,4 mg/kg m <sub>T</sub>	< 0,005 mg/l	10 mg/kg m <sub>T</sub>
Chrom Cr	21 mg/kg m <sub>T</sub>	19 mg/kg m <sub>T</sub>	< 0,05 mg/l	900 mg/kg m <sub>T</sub>
Kupfer Cu	190 mg/kg m <sub>T</sub>	170 mg/kg m <sub>T</sub>	0,11 mg/l	800 mg/kg m <sub>T</sub>
Nickel Ni	22 mg/kg m <sub>T</sub>	25 mg/kg m <sub>T</sub>	< 0,05 mg/l	200 mg/kg m <sub>T</sub>
Quecksilber Hg	0,87 mg/kg m <sub>T</sub>	0,81 mg/kg m <sub>T</sub>	< 0,001 mg/l	8 mg/kg m <sub>T</sub>
Zink	760 mg/kg m <sub>T</sub>	810 mg/kg m <sub>T</sub>	0,27 mg/l	250 mg/kg m <sub>T</sub>

#### Sicherheitseinrichtungen

15 In der Elektroflotations-Anlage sind folgende Sicherheitseinrichtungen vorhanden:

- Rohwasser-pH-Messung und Korrektur;
- Reaktorüberwachung über Ampereregelung;
- Temperaturüberwachung im Reaktor, sowie in der Stromumformereinheit;
- Überwachung der Pumpenfunktion über Niveaumelder;

- Sicherheitsfiltration mit Filterpresse oder Filtersackeinheit, sowie Trübungsmessung;
- pH-Endmessung und Alarmgebung;
- Kontrollfunktion über freiprogrammierbare Steuerung;

#### Schlußbemerkung

5 Das beschriebene erfindungsgemäße Verfahren ist in vielfältigen Anlagengrößen und –varianten umsetzbar. Der Fachmann der Aufbereitungs- und Verfahrenstechnik wird dabei die jeweils geeigneten Anlagenkomponenten wie Reaktoren, Elektroden, Pumpen, Steuerungseinheiten etc. sowie Abmessungen, Baustoffe etc. aus den am Markt verfügbaren auswählen. So lassen sich selbst für Klein- und Mittelbetriebe Anlagengrößen mit einer Durchsatzleistung  
10 von ca. 100 - 3000 l/h realisieren.

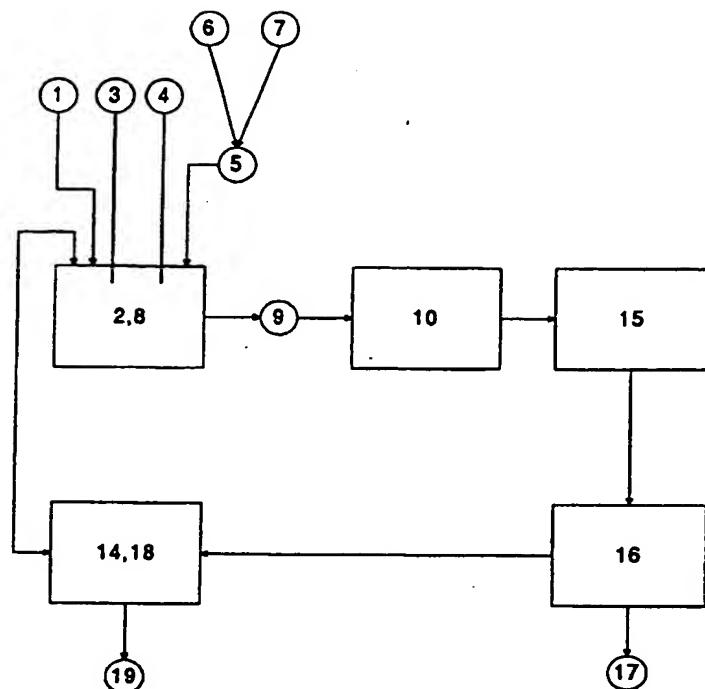
Im Zusammenhang insbesondere mit der Behandlung von Gülle erscheint als besonders vorteilhaft eine Variante, bei der die gesamte Verfahrenstechnik mobil z. B. auf einem LkW angeordnet ist. Der Lohnfahrerunternehmer, der bislang die gesamte gesammelte Gülle in zahlreichen Fahrten auf den Felder auszubringen hatte, kann dadurch die gesammelte Gülle aufbereiten und braucht lediglich den erheblich reduzierten Feststoffanteil auszubringen, während das abgeschiedene Wasser z.B. als Brauchwasser wiederverwendet werden kann.  
15

Denkbar ist auch eine bloße Behandlung der Gülle, der Jauche etc. ohne die Abtrennung des Wasseranteils. Die mit dem hier beschriebenen Verfahren behandelte Gülle, Jauche etc. weist erheblich reduzierte Schadstoffwerte auf und kann damit unter erleichterten Bedingungen verwertet oder beseitigt werden.  
20

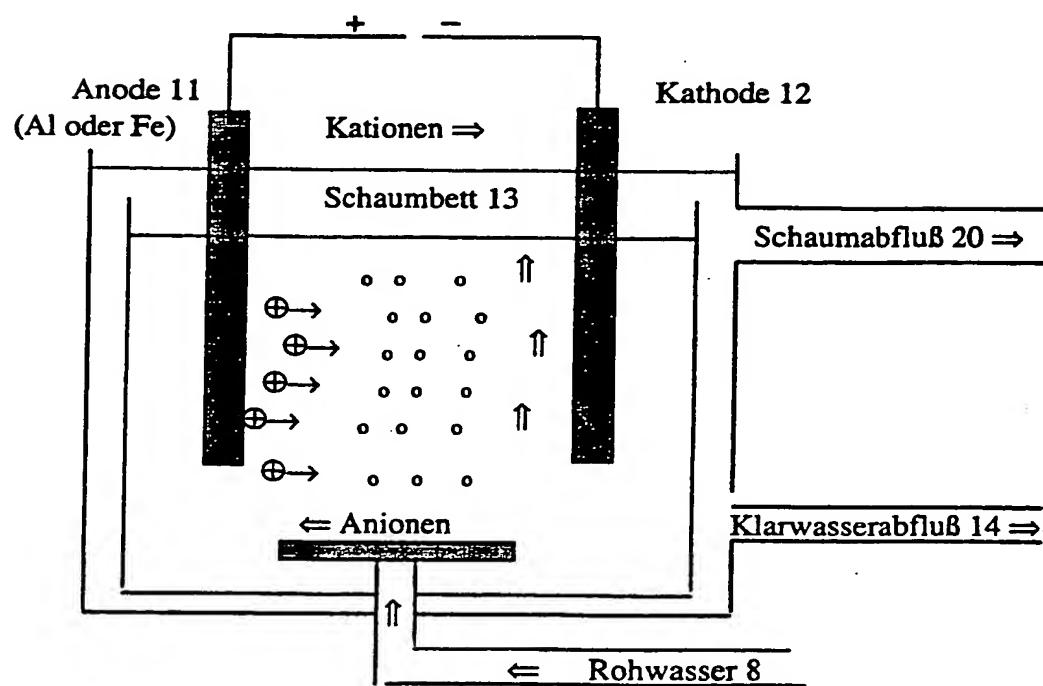
PATENTANSPRÜCHE:

- 5 1. Verfahren zur Aufbereitung und Entgiftung von Klärschlamm, Gülle, Jauche od. dgl., gekennzeichnet durch die Anwendung einer Elektroflotation auf den Klärschlamm, die Gülle, die Jauche od. dgl.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:
  - Durchführung einer Klärschlamm-, Gülle, Jauche- od. dgl. -vorbehandlung;
  - Durchführen der Elektroflotation;
  - Trennen der sich bei der Elektroflotation bildenden festen Phase von der flüssigen Phase;
  - Durchführen einer Qualitätskontrolle der flüssigen Phase und gegebenenfalls erneute Einleitung der flüssigen Phase in den Vorbehandlungsschritt.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Klärschlamm-, Gülle-, Jauche- od. dgl. -vorbehandlung mindestens einen der nachfolgenden Verfahrensschritte umfaßt:
  - Einbringen des Klärschlamm, der Gülle, der Jauche od. dgl. in einen Vorlagebehälter;
  - Durchführung einer pH-Wert-Messung in dem Vorlagebehälter;
- 20 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß durch Zuführung von Säure bzw. Lauge Durchführung einer pH-Wert-Korrektur in Abhängigkeit von dem im Vorlagebehälter gemessenen pH-Wert;
- Durchführung einer Leitfähigkeitsmessung in dem Vorlagebehälter;
- in Abhängigkeit von dem im Vorlagebehälter gemessenen Leitfähigkeitswert Einstellen einer für die Elektroflotation ausreichend hohen Leitfähigkeit durch Aufsalzen.
- 25 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Trennen der festen Phase von der flüssigen Phase durch Sedimentation erfolgt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Trennen der festen Phase von der flüssigen Phase durch Filtration in einer Kammerfilterpresse od. dgl. erfolgt.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es im Rahmen einer mobilen Anlage an Bord eines LkW, eines Containers od. dgl. durchgeführt wird.



Figur 1



Figur 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No  
PCT/DE 99/02775

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 C02F1/465

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 C02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 95 15295 A (DEHEURLES ALAIN ;BEAUJEAN HOLGER (DE)) 8 June 1995 (1995-06-08) page 1, line 12 - line 25 page 3, line 1 - line 23	1,4-6
Y	US 3 822 204 A (SAKO F ET AL) 2 July 1974 (1974-07-02) claim 1	2,3
X	WO 95 05347 A (MAAS MILIEU BV ;RENSMAN DAVID GERARDUS MARIA (NL)) 23 February 1995 (1995-02-23) abstract; figure 1	1
Y	WO 95 05347 A (MAAS MILIEU BV ;RENSMAN DAVID GERARDUS MARIA (NL)) 23 February 1995 (1995-02-23) abstract; figure 1 page 4, line 23 - line 28	2
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 May 2000

Date of mailing of the international search report

15/06/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentstaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gonzalez Arias, M

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 99/02775

## C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4 179 347 A (KRAUSE WILLIAM A ET AL) 18 December 1979 (1979-12-18) column 2, line 3 - line 20 column 5, line 33 - line 62	3

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/02775

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 9515295	A 08-06-1995	FR 2712880	A	02-06-1995
		AT 176891	T	15-03-1999
		DE 69416698	D	01-04-1999
		DE 69416698	T	14-10-1999
		EP 0754166	A	22-01-1997
		ES 2130572	T	01-07-1999
US 3822204	A 02-07-1974	CA 932185	A	21-08-1973
		CH 478065	A	15-09-1969
		FR 1545879	A	
		GB 1151950	A	14-05-1969
		NO 119173	B	31-03-1970
WO 9505347	A 23-02-1995	NL 9301440	A	16-03-1995
		AU 7710894	A	14-03-1995
US 4179347	A 18-12-1979	NONE		

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. Altenzeichen  
PCT/DE 99/02775

## A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 C02F1/465

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C02F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 95 15295 A (DEHEURLES ALAIN ; BEAUJEAN HOLGER (DE)) 8. Juni 1995 (1995-06-08) Seite 1, Zeile 12 – Zeile 25 Seite 3, Zeile 1 – Zeile 23	1,4-6
X	US 3 822 204 A (SAKO F ET AL) 2. Juli 1974 (1974-07-02) Anspruch 1	2,3
Y	WO 95 05347 A (MAAS MILIEU BV ; RENSMAN DAVID GERARDUS MARIA (NL)) 23. Februar 1995 (1995-02-23) Zusammenfassung; Abbildung 1 Seite 4, Zeile 23 – Zeile 28	1
		2
		-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Anmeldedatum des Internationalen Recherchenberichts

17. Mai 2000

15/06/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäische Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gonzalez Arias, M

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. Alterszeichen

PCT/DE 99/02775

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 4 179 347 A (KRAUSE WILLIAM A ET AL) 18. Dezember 1979 (1979-12-18) Spalte 2, Zeile 3 – Zeile 20 Spalte 5, Zeile 33 – Zeile 62	3

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern  
siehe Aktenzeichen  
PCT/DE 99/02775

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9515295	A 08-06-1995	FR AT DE DE EP ES	2712880 A 176891 T 69416698 D 69416698 T 0754166 A 2130572 T	02-06-1995 15-03-1999 01-04-1999 14-10-1999 22-01-1997 01-07-1999
US 3822204	A 02-07-1974	CA CH FR GB NO	932185 A 478065 A 1545879 A 1151950 A 119173 B	21-08-1973 15-09-1969 14-05-1969 31-03-1970
WO 9505347	A 23-02-1995	NL AU	9301440 A 7710894 A	16-03-1995 14-03-1995
US 4179347	A 18-12-1979		KEINE	

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT OR DRAWING
- BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- GRAY SCALE DOCUMENTS
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**  
**As rescanning documents *will not* correct images**  
**problems checked, please do not report the**  
**problems to the IFW Image Problem Mailbox**